

З.Тарасенко В.А., Тарасенко С.В. Технічні та економічні аспекти перетворення вуглекислого газу в газ метан // Компресорне та енергетичне машинобудування. – 2009. – №3 (17). – С.43-49.

Отримано 14.03.2011

УДК 504.06 : 368.8

И.К.ЯЖЛЕВ

*Московская государственная академия коммунального хозяйства и строительства
(Российская Федерация)*

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ТЕХНОЛОГИИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПЕРЕПРОФИЛИРУЕМЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИЙСКИХ ГОРОДОВ

Исследуются проблемы экологического состояния производственных зон крупных российских городов. Анализируется нормативно-правовое и методическое обеспечение решений по их экологической реабилитации и реорганизации, а также зарубежная практика применения различных технологий для экологического восстановления земель, нарушенных в результате прошлой хозяйственной деятельности.

Досліджуються проблеми екологічного стану промислових зон особливо великих російських міст. Аналізується нормативно-правове і методичне забезпечення рішень щодо їх екологічної реабілітації і реорганізації, а також зарубіжна практика використання різноманітних технологій для екологічного відновлення земель, порушених в результаті минулої господарчої діяльності.

The problems of environmental conditions at industrial sites in large Russian cities are considered in the article. The analysis of regulatory legislation and methodology of their environmental remediation and reorganization is carried out. The foreign practice of application of various remedial actions for contaminated sites is described.

Ключевые слова: производственные зоны, технологии реабилитации, санация, рекультивация, инженерно-экологические исследования, экономическая эффективность.

При реорганизации и перепрофилировании производственных территорий одним из важных этапов является изучение их состояния и последующая реабилитация. В соответствии со ст.39 Федерального закона «Об охране окружающей среды» при выводе из эксплуатации зданий, строений, сооружений и иных объектов должны быть разработаны и реализованы мероприятия по восстановлению природной среды.

При этом участники процесса реорганизации сталкиваются с рисками, реализация которых может поставить под угрозу выполнение проектов по освоению этих территорий. Ими могут быть риски загрязнения окружающей среды при выполнении реабилитационных работ, причинения вреда жизни, здоровью, имуществу третьих лиц загрязнением окружающей среды, риски обнаружения ранее неизвестных за-

грязнений и другие, что может повлечь за собой дополнительные финансовые издержки. Поэтому для создания гарантированного механизма реабилитации производственных территорий нужны четкие правила проведения инженерно-экологических исследований на участке, разработки плана рекультивационных и иных восстановительных работ, набор методов исследований, предпочтительных технологий реабилитации в зависимости от состояния участка территории, прошлой производственной деятельности, видов загрязнения, экологической и экономической эффективности, а также надежные финансовые инструменты. Наличие ясных и устойчивых правил, процедур, экономически обоснованной стоимости проведения обследований производственных территорий, осуществления проектно-исследовательских работ, лабораторных анализов, подготовки плана восстановительных работ необходимо для внедрения инновационных для Российской Федерации финансовых механизмов в частности страхования экологических рисков.

В результате прошлой или текущей хозяйственной деятельности любой участок производственной или непроизводственной территории может быть загрязнен вследствие производства, использования, хранения, утилизации, обращения различных машин, оборудования или химических веществ. Характерные загрязнители свойственны определенным видам производственных территорий.

При переработке и утилизации электрических батарей происходит загрязнение токсическими компонентами, такими как свинец, ртуть и кадмий. Отработанная кислота и промывочная вода могут попасть в почву или подземные воды. Предприятия по производству хлорно-щелочной продукции производят широкий спектр химикатов, включая производственный хлор, каустическую соду (едкий натр), соляную кислоту, хлорноватокислый натрий, гидросульфит натрия, соль, водород, двуокись серы и отработанную серную кислоту. При производстве косметической продукции применяются смеси сурфактантов, масел, и других производственных компонентов. Косметические средства могут содержать минеральные, металлические и неметаллические добавки. В солнцезащитном креме, титан, цинк используются как блокаторы солнечного света. Цвет косметических средств определяется концентрацией и соотношением черной или красной окиси железа, диоксида титана и/или окиси цинка. Участки, на которых расположены предприятия химической чистки могут быть загрязнены из-за протеканий, утечек, пролитий, и неправильной утилизации растворителей. Основными загрязнителями на бензозаправочных станциях являются нефтяные углеводороды; бензол, толуол, этилбен-

зол, ксилолы; высокооктановые топливные добавки, такие как метил третичный эфир бутила. Основными загрязнителями, связанными со стекольным производством являются металлы – свинец, мышьяк, хром, и другие. Используемые химикаты включают фтористоводородную (плавиковая) кислоту, серную кислоту, и различные органические и неорганические растворители.

Загрязнение окружающей среды от установок для сжигания отходов может быть связано с хранением и обработкой отходов до сжигания, а также с размещением золы и других побочных продуктов процесса сгорания. Вещества, используемые в кожевенном производстве, – трехвалентный хром, растительные дубильные вещества, произведенные из коры определенных деревьев, квасцы, синтаны (синтетические дубящие вещества), формальдегид, глютаральдегид, необработанная нефть. При механической и других видах обработки металлов могут образовываться отходы металлов, смазочных материалов, очистителей и других материалов. Для гальванического покрытия используются кадмий, хром, медь, золото, никель, серебро и их сплавы. На предприятиях по обслуживанию и ремонту морских и речных судов используется значительное количество химикатов, включая химические средства для удаления краски, взрывчатые вещества, краски, предохраняющие от обрастания корпуса, растворители, средства для очистки карбюраторов, смазочно-охлаждающие жидкости, кислоты и щелочи, цианид, растворы тяжелых металлов, стекловолокно, смолы и антиадгезионные смазки.

При переработке металлического лома и утилизации автомобилей, в зависимости от типа операции, почвы могут быть загрязнены тяжелыми металлами, асбестом, полихлорированными бифенилами, присутствуют гидравлические жидкости, смазочные масла, топлива и растворители. При производстве боеприпасов и взрывчатых веществ загрязняющими веществами в помещениях и на окружающей территории могут быть фенолы, бензолы, нитроглицерин, металлы, эфиры, формальдегид и аммонизированные смеси. В местах окраски и кузовного ремонта автомобилей в качестве типичных загрязнителей присутствуют толуол, ацетон, перхлорэтилен, ксилол, бензин, дизельное топливо, тетрахлорметан, соляная и фосфорная кислоты. При переработке и восстановление нефтепродуктов в результате проливов, утечек, ненадлежащего обращения почвы могут загрязняться отстоями, кислотами, примесями отработанного масла, а также сопутствующими загрязнителями, такими как полихлорированные бифенилы. Грунтовые воды и более глубокие слои почвы могут быть загрязнены металлами и более легкими нефтяными фракциями. В качестве растворите-

лей в фармацевтическом производстве используются летучие органические соединения. Около десятка видов загрязняющих веществ обычно присутствуют в сточных водах фармацевтических производств, это метанол, этанол, ацетон, изопропанол, уксусная кислота, хлористый метилен, муравьиная кислота, гидроокись аммония, диметилацетамид (уксусной кислоты диметиламин) и толуол. При производстве пластмасс мономеры пластмасс из продуктов переработки нефти обычно не поддаются биологическому распаду. Отходы, вырабатываемые промышленностью, включают полимеры, фталаты, кадмий, растворители, смолы, химические добавки и летучие органические соединения. Химикаты, используемые в производстве полупроводников, включают различные кислоты, этиленгликоль, гидроокисные растворы, галогенные газы, фторуглероды, хлор и различные органические растворители. Загрязнение от металлургического производства происходит в форме осаждения в результате выбросов в атмосферу частиц металлов, асбеста, соединений серы на территориях окружающих плавильное производство, ненадлежащего хранения или утилизации неподготовленной руды или побочной продукции производства – шлаков.

При эксплуатации и обслуживании транспортных средств применяется, производится широкий спектр разнообразных материалов и отходов, включая масла, электролиты, охладители, антифриз, растворители, асбест и топлива. На участках обработки древесины могут содержаться растворы креозота, пентахлорфенола или хром-медного арсената. Хлорсодержащие органические соединения в отстоях сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий представляют наибольшую опасность ввиду их способности к выпадению в осадок из растворенного состояния. Состав загрязняющих веществ может видоизменяться в зависимости от условий на конкретном производственном участке.

В настоящее время для проведения экологического мониторинга и исследований на производственных территориях применяются различные методы анализа. Только для определения наличия стойких органических загрязнителей существует более 150 методов. Как правило, при выборе руководствуются следующими критериями: способность метода обеспечить определение как следовых, так и высоких концентраций определяемого вещества; чувствительностью, диапазоном рабочих концентраций, пределом обнаружения, информативностью, влиянием мешающих компонентов и др.

Наиболее часто применяемыми методами для определения наличия загрязняющих веществ являются: масс-спектрометрия; флуориметрия; хроматография; инверсионная вольтамперометрия; иммуно-

химические методы; метод атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно-связанной плазмой; атомно-абсорбционная спектроскопия с электротермической атомизацией и др.

Содержание в природных средах токсичных металлов и их органических соединений в основном определяется методами оптической спектроскопии и люминесценции – атомно-эмиссионной спектроскопии с возбуждением от высокочастотного плазменного факела, атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией, масс-спектрометрии. Для определения органических загрязнителей наряду с хроматографией, применяют методы хромато-масс-спектрометрии, иммунохимические и люминесцентные методы и другие.

Требования по отбору проб, к методам определения содержания в них различных веществ регламентированы в ряде документов: ГОСТ 17.0.0.02-79 «Охрана природы. Почвы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы»; ГОСТ 17.4.1.02-83 «Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения»; ГОСТ 17.4.3.06-86 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ»; ГОСТ 17.4.3.03.-85 «Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ»; ГОСТ 17.4.3.03-83 «Охрана природы. Общие требования к отбору проб»; ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализов»; ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»; ГОСТ 17.5.4.02-84 «Охрана природы. Рекультивация земель. Метод измерения и расчета суммы токсичных солей во вскрышных и вмещающих породах»; ГОСТ 26950-86 «Почвы. Метод определения обменного натрия»; ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб» «Положение о порядке проведения работ по рекультивации несанкционированных свалок в городе Москве» МГСН (ТСН 11-301-2005) и др. При определении объема затрат на проведение обследования производственного участка, лабораторные работы можно руководствоваться «Справочником базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства» (в ред. Письма Росстроя от 10.07.2006г. №СК-2832/02). Однако необходимо учитывать, что предлагаемые в документе подходы недостаточно полно соответствуют быстроменяющимся условиям рыночной экономики и не учитывают все влияющие на экономическую оценку факторы.

Методы реабилитации загрязненных производственных территорий

Для ликвидации последствий вредного техногенного воздействия на производственных территориях применяются разнообразные инженерно-строительные и специальные мероприятия, такие как рекультивация; мероприятия инженерной защиты территории; санация; техническая мелиорация.

Рекультивация для обеспечения комфортных условий проживания населения, озеленения и восстановления плодородия почв может осуществляться в два этапа: технический и биологический. Технический этап предусматривает планировку, формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, захоронение токсичных вскрышных пород. Биологический этап включает комплекс агротехнических и фито-мелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы.

Мероприятия по инженерной защите территорий могут включать: уположивание и террасирование склонов, удаление неустойчивых масс, регулирование поверхностного и подземного стока, применение удерживающих конструкций, противоэрозионные мероприятия, фито-мелиорацию и т.п.

В зависимости от степени загрязнения территорий проводят различные мероприятия по санации почв. *Санация* – комплекс мероприятий для устранения или снижения уровня содержания вредных веществ (мероприятия обеззараживания), для исключения или уменьшения вредных изменений физических, химических или биологических свойств почвы. Современные подходы к санации почв предполагают использование таких методов и технологий восстановления, как удаление и захоронение загрязненных слоев почв, остекловывание, известкование кислых почв, гипсование щелочных почв, внесение минеральных или органических удобрений, использование цеолитов, гумусовых препаратов и других поглотителей для снижения подвижности тяжелых металлов, а также биоремедиации, почвенной промывки, витрификации и других.

Техническая мелиорация включает систему мероприятий по орошению, обводнению и осушению почв, тепловую мелиорацию, гидро-геохимическую мелиорацию (уплотнение и осушение грунтов), физико-геохимическую, геотехническую (армирование грунтов или геосинтетика).

В настоящее время по разным оценкам существует более сотни технологий реабилитации загрязненных производственных территорий, основанных на различных методах очистки почв: механических,

физико-химических, химических и биологических и способах применения: непосредственно на месте загрязнения или для обработки загрязненной почвы, предварительно удаленной с поверхности загрязненного участка.

Сдерживание, реакционные барьеры – это механические системы, которые устанавливаются для препятствования распространения загрязнения за пределы загрязненной области.

Метод воздушной аэрации заключается в нагнетании воздуха или кислорода в загрязненный водоносный слой. Закачанный воздух распространяется в грунте и способствует переходу летучих и низколетучих органических загрязнителей из жидкого в газообразное состояние и их удалению посредством улетучивания. При *электромелиорации* электроды располагают в почве таким образом, чтобы загрязненная зона оказалась между ними. Под действием электрического поля постоянного тока загрязняющие вещества мигрируют сквозь почву к аноду и катоду. Затем они проходят ряд стадий, включающих осаждение, адгезию на поверхности электрода или обработку на очистительном оборудовании. При *промывке почвы* для вымывания загрязняющих веществ (галогенсодержащие и другие летучие органические соединения, неорганические соединения, радионуклиды) из почвы используется вода (со специальными добавками). Впоследствии используемая вода собирается и очищается. При *сжигании* применяются высокие температуры порядка 850-2200 °С в целях более полного удаления и сжигания вредных органических отходов в потоке кислорода. Метод *почвенной паровой экстракции* позволяет удалять летучие органические составляющие из почвы с помощью паровых экстракционных скважин. При использовании метода *затвердевания, стабилизации* токсичные вещества (неорганические вещества, тяжелые металлы) связываются физически путем перемешивания с мало проницаемой массой (затвердевание), а также посредством химических реакций, проводимых между стабилизирующими агентами и загрязняющими веществами в целях их демобилизации (стабилизация). При *термической десорбции* вода и органические загрязнители во вредных выбросах улетучиваются благодаря нагреванию отходов до умеренно высоких температур порядка 100-550 °С. Однако, в отличие от процесса прокаливания, газообразные отходы скапливаются (через проводящий газ или вакуумную систему) и обрабатываются в сепараторе.

Реагентом в реакциях *дегалогенирования* служит полиэтиленгликолят, который вместе с загрязненной почвой смешивают и нагревают в циклическом реакторе. Удаляются галогенсодержащие, низколетучие органические вещества, пестициды. При *химической обработке* с

помощью реакций восстановления/окисления токсичные загрязняющие вещества переводят в менее токсичные соединения, более стабильные и/или инертные.

Способ *фитообработки* заключается в высаживании специальных растений, способных забирать корнями или листвой специфические загрязнения и снижать их концентрацию в почве. При *биологической рекультивации* для разложения органических загрязняющих веществ в почве, отстое и твердом грунте используются микроорганизмы

При выборе метода реабилитации учитывается: общая стоимость, возможность снижения степени загрязнения до допустимого уровня, время, необходимое на полное восстановление почвы, объем данных, необходимых для планирования и осуществления восстановления, необходимые меры обеспечения экологической безопасности и др.

При выборе технологий реабилитации, подготовке проектов рекультивационных и восстановительных работ необходимо также учитывать требования таких документов: ГОСТ 17.4.2.01-81 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния»; ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель»; ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации»; ГОСТ 17.5.3-84 «Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию»; ГОСТ 17.4.2.02-83 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землевания»; «Положение о порядке проведения работ по рекультивации несанкционированных свалок в городе Москве» МГСН (ТСН 11-301-2005); «Методические рекомендации по оценке экологического состояния высвобождаемых промышленных площадок и разработке плана санации» (Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга, 2005 г.) и др. В связи с развитием градостроительного, земельного, природоохранного, имущественного законодательства требуется приведение данных документов в соответствии с новыми требованиями.

При оценке экономической эффективности проектов рекультивационных и восстановительных работ можно использовать такие нормативные документы: ГОСТ 107.17.004-91 «Охрана природы. Порядок проведения природоохранных работ на предприятиях»; Методику определения размеров ущерба от деградации почв и земель (утв. Минприроды России, Роскомземом в 1994г.); Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Минприроды России, 1993 г.), МРР-4.2.08-97 «Методические указания

по экономическому обоснованию использования территорий, требующих рекультивационных работ, под массовое жилищное строительство» (нормативный акт г. Москвы, разработан НИИПИ Генплана г. Москвы); СП 11-101- 95 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений (Минстрой России); Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (Минэкономики России, 1994 г.) и др.

Российский и зарубежный опыт применения различных способов и методов восстановления позволяет сделать определенные выводы о зависимости затрат на единицу массы и количеством обработанного, удаленного загрязненного грунта или загрязнителя, а также влияния других факторов. В течение последних 15-20 лет при осуществлении федеральных и муниципальных программ реабилитации производственных территорий в США в соответствии с законами «О комплексном реагировании, компенсации и ответственности» и «О защите и восстановлении природных ресурсов» широко применялись методы биоремедиации, тепловой десорбции, паровой экстракции, системы откачивания и обработки грунтовых вод, сжигания отходов, сдерживающие, реакционные барьеры. Стоимость применения той или иной технологии зависит от условий на каждом участке и определяются многими факторами. Такими факторами могут быть капитальные и эксплуатационные расходы на оборудование, свойства присутствующего загрязнителя, особенности обрабатываемой материнской породы, концентрации загрязнителей и распределение загрязнения в подповерхностных слоях, тип и свойства почвы, гидрологический режим участка, включая особенности водоносного слоя. Другие факторы, которые влияют на уровень затрат для всех технологий восстановления, включают рыночные условия, такие как спрос и предложение; уровень развития технологии; нормативно-правовые требования, включая федеральные и местные акты. Воздействие таких факторов на проектные затраты может меняться в зависимости от места применения технологии и от периода применения.

С учетом всех факторов, при применении метода биоремедиации, соотношение между затратами на единицу массы и объемом обработанного грунта составляет от 10 до 50 долл. за куб. ярд ($0,76 \text{ м}^3$) для проектов восстановления объемом до 10 тыс. (7600 м^3) куб. ярдов грунта. И менее 5 долл. за куб. ярд для проектов восстановления больших объемов.

При применении метода тепловой десорбции затраты на единицу массы обработанного грунта зависят в основном от типа присутст-

вующих загрязнителей. В проектах по восстановлению территорий, где в качестве загрязнителей присутствовали полихлорбифенилы (PCBs), имели место более высокие затраты на единицу массы обработанного грунта, чем в тех проектах, где PCBs не присутствовали. Проекты утилизации PCBs включали более сложные технологии и необходимость дополнительного контроля загрязнения. Для проектов, где PCBs не присутствовали, затраты на единицу массы обработанного грунта составляли от 100 до 250 долл. за 1 т грунта для проектов восстановления до 20000 т почвы и меньше чем 50 долл. за 1 т для проектов восстановления больших объемов.

При применении метода почвенно-паровой экстракции затраты на единицу массы обработанного грунта составили от 60 до 350 долл. за куб. ярд ($0,76 \text{ м}^3$) для проектов восстановления объемом до 10 тыс. куб. ярдов (7600 м^3) грунта и до 5 долл. за куб. ярд для проектов восстановления с большими объемами почвы. Кроме того, затраты на удаление 1 фунта загрязнителя (453,59 г) составили от 300 до 800 долл. для проектов удаления загрязнителей объемом до 3 тыс. фунтов (1362 кг) и до 15 долл. за фунт загрязнителя для проектов с большим объемом.

При применении метода сжигания отходов непосредственно на участке на затраты на единицу массы обработанного материала влияют такие факторы, как тип почвы, особенности материнской породы, вид и концентрация загрязнителей и эксплуатационные расходы.

При применении систем откачки и обработки грунтовых вод соотношение между затратами на единицу объема обработанной и объемом обработанной грунтовой воды зависит от капитальных затрат и средних ежегодных эксплуатационных расходов. Капитальные затраты составляют от 60 до 700 долл. за 1 тыс. галлонов (1 гал. = 4,57 л) для проектов восстановления до 30 млн. гал. грунтовой воды и 20 долл. за 1 тыс. галлонов для проектов восстановления больших объемов. Средние ежегодные эксплуатационные расходы составили от 10 до 120 долл. за 1 тыс. галлонов для проектов восстановления объемом до 20 млн. галлонов грунтовой воды и около 5 долл. за 1 тыс. галлонов для проектов восстановления больших объемов.

Стоимость применения систем сдерживания и реакционных барьеров зависит от объема капитальных затрат, ежегодных эксплуатационных расходов. Потенциально она зависит и от других факторов, включая свойства загрязнителей и степень загрязнения, потребности в контроле, гидрогеологических условий, геохимии водоносного слоя.

Однако следует отметить, что существующая в Российской Федерации методическая база в области оценки экономической эффектив-

ности, определения проектной стоимости проведения исследований, рекультивационных и иных восстановительных работ не отвечает современным требованиям рыночной экономики. Основным недостатком является отсутствие экономически обоснованной системы показателей для определения необходимых вложений на проведение работ, надежной статистической базы. При проектировании в основном используются данные проектов-аналогов. Все это затрудняет внедрение инновационных в этой сфере финансовых технологий в частности страхования экологических рисков.

1. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. – М.: Бином, 2004.
2. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 2008.
3. Дьяченко Г.Н., Русаков В.З., Сперанский М.М. Нормирование и инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для транспортных, технологических машин и стационарных комплексов. – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2003.
4. Росляк Ю.В., Рукина И.М., Систер В.Г. Реорганизация промышленных территорий города Москвы. Экономические, организационные и градостроительные аспекты. – М., 2005.
5. Рыжкин И.И. Страхование строительства. Инженерные аспекты. Анкил, 2008.
6. Курбатова А.С., Башкин В.Н., Касимов Н.С. Экология города. – М.: Научный мир, 2004. – с.
7. МРР-4.2.08-97. Методические указания по экономическому обоснованию использования территорий, требующих рекультивационных работ, под массовое жилищное строительство (нормативный акт г.Москвы, разработанный НИИПИ Генплана г.Москвы).
7. New York State Department of Environmental Conservation. Technical guidance for site investigation remediation. 2002.
8. Environmental protection Agency. Remediation Technology Cost Compendium. 2001.
9. Environmental insurance products available for brownfields redevelopment. Northern Kentucky University. 2005.
10. Environmental protection Agency. Road map to understanding innovative technology options for brownfields investigation and cleanup, fourth edition. 2005.
11. New York State Department of Environmental Conservation. DER-15: Presumptive / Proven Remedial Technologies. 2007.

Получено 14.03.2011

УДК 504.06

О.Ю.НІКІТЧЕНКО, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

С.В.МІНКА, канд. техн. наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ В ЗОНІ ВПЛИВУ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Розглянуто шляхи використання золошлаків у технології бетону, внаслідок чого може зменшитись забруднення територій поблизу теплових електростанцій (ТЕС) Укра-